

포장 조건에 따른 피망의 저장 중 품질 특성 변화

박우포 · 조성환* · 김철환**

마산대학 식품과학계열, *경상대학교 식품공학과, **산림과학부

Changes in Quality Characteristics of Bell Pepper Packaged with Different Films

Woo-Po Park, Sung-Hwan Cho* and Chul-Hwan Kim**

Division of Food Science, Masan College, Masan 630-729, Korea

*Department of Food Science and Technology, Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea

**Forest Science, Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea

Abstract

Bell pepper was packed with several plastic films, and investigated the quality characteristics such as gas composition, weight loss, microbial load, soluble solid content, ascorbic acid and color during storage at 10°C. Cast polypropylene (CPP), low density polyethylene (LDPE), polyolefin (MPD, PD961) and linear low density polyethylene (LLDPE) were used for this purpose. Oxygen concentration inside packages generally showed a 10~14% after 1~2 weeks, but package with CPP maintained above 15% throughout the storage. Carbon dioxide concentration of CPP was above 2%, but other treatments showed below 2%. Weight loss of all treatments was below 3.0% after 5 weeks. Total microbial count showed a similar pattern compared to yeast and mold, and CPP maintained the highest microbial load after 3 weeks. Yellowness (b value) of bell pepper was generally increased throughout the storage, and MPD and PD961 were higher than other treatments.

Key words : plastic film, quality characteristics, bell pepper

서론

피망은 1980년대에 상업적으로 재배되기 시작하였으며, 식생활의 다양화로 인하여 소비가 늘기 시작하여 최근에는 연간 만톤 이상 생산되고 있다. 재배 기술과 농가의 관심 부족 등으로 인하여 수출은 거의 이루어지지 않고 주로 국내에서 소비되고 있다. 또한 비타민 A와 비타민 C의 함량이 높고, 매운 맛이 강하지 않기 때문에 샐러드용으로 수요가 증가하고 있다(1).

피망의 저장에 대해서는 외국에서 주로 MA 저장하여 저밀도 polyethylene 필름 포장(2), 낮은 산소 농도에서의 저장 기간 연장(3), 선택적 투과성을 지닌 필름에 의한 포장(4) 등과 같은 연구가 진행되었다. 우리나라에서도 피망의 저장 기간 연장을 위한 MA 저장에 대한 연구들이 있다(1, 5). 이러한 MA 저장은 수분 감소를 저하하고 품질을 유지함으로써 과채류의 저장 기간을 연장할 수 있는 것으로 알려져 있다(6, 7). 즉 밀봉하여 포장하면 포장 내부에서 과채류의 수

분 감소와 위조를 막을 수 있는 수분이 포화된 미세의 공기 조성이 만들어질 수 있으나 곰팡이가 증식할 수 있는 문제가 생길 수 있다(8).

과채류는 CA(controlled atmosphere) 저장이 비교적 효과가 좋은 것으로 알려져 있으나 국내 농가의 기술수준, 경제적 인 측면 및 유통 여건 등을 고려하면 필름을 이용한 MA(modified atmosphere) 저장이 우리나라 농가에 맞는 방법이다(9). 따라서 본 연구에서는 국내에서의 생산량은 그다지 많지는 않지만 가격의 급등락 등으로 인한 피해를 줄이기 위하여 농가에서 비교적 간편하게 포장하여 유통하면서 품질 특성을 유지할 수 있는 적절한 포장재를 선별하기 위하여 기체 투과성이 다른 몇 가지 포장재로 피망을 포장하고 저장하면서 품질 특성의 변화를 고찰하였다.

재료 및 방법

재료

피망은 실험 당일 마산의 어시장에서 구입하였고, 실험에 사용한 필름은 30 µm cast polypropylene (CPP, STC Co., Korea), 20 µm low density polyethylene (LDPE, Daelim Vinyl,

Corresponding author : Woo-Po Park, Division of Food Science, Masan College, 100 Yongdam-ri, Naeseo-eup, Masan 630-729, Korea
E-mail : wppark@masan-c.ac.kr

Korea), 15 μm polyolefin (MPD, Cryovac, U.S.A.), 30 μm polyolefin (PD961, Cryovac, U.S.A.) 및 10 μm Linear low density polyethylene (LLDPE, Clean Wrap, Korea)였다. LLDPE 처리구는 피망에 포장재를 밀착하여 포장하였다. LLDPE를 제외한 처리구들은 피망 2개(약 160 g)씩을 20×15 cm 크기의 포장재에 넣고 밀봉한 다음 10°C에서 저장하면서 1, 2, 3, 4 및 5주 동안 품질 특성의 변화를 측정하였다. 또한 하나의 포장 재료에 대하여 1회에 3반복씩 실험을 할 수 있도록 준비하였다.

포장 내부의 기체 조성 측정

피망의 저장 중 포장 내부의 기체 조성 변화를 알아보기 위하여 gas-tight syringe를 사용하여 포장 내부의 기체를 1 mL 취하여 gas chromatography (Model 860D, Young-In Co., Korea)에 주입하여 산소와 이산화탄소의 농도 변화를 조사하였다. 사용한 column은 CTR I (Alltech Associates Inc., U.S.A.)이었으며, 검출기는 TCD였다. 오븐의 온도는 40°C, 인젝터는 70°C, 검출기는 90°C로 하였으며, 운반 기체로 사용한 헬륨의 이동 속도는 40 mL/min로 하였다(10).

중량 감소율 측정

피망의 중량 감소율은 저장 초기의 중량에 대한 감소량을 백분율로 환산하여 표시하였다.

미생물의 측정

피망의 총균수 및 곰팡이, 효모수 측정을 위하여 기체 조성 측정을 마친 피망 포장을 개봉하여 50 g을 취한 다음 Lab blender(LB-400SG, TMC Co., Korea)에 넣고 마쇄하였다. 이 중에서 1 mL을 취하여 0.1% peptone수로써 필요한 만큼 희석하였다. 총균수는 희석액 0.1 mL을 plate count agar (Difco Laboratories) 배지에 도말하여 25°C에서 3일간 배양하였고, 곰팡이 및 효모는 potato dextrose agar (Difco Laboratories)배지에 희석액 0.1 mL을 도말한 다음 25°C에서 5일간 배양하여 형성된 colony의 수를 colony forming unit (CFU/g)로 표시하였다(11).

가용성 고형분의 측정

피망을 blender로 마쇄한 즙액을 가제로 여과한 다음 굴절 당도계(Model N1, Atago Co., Japan)를 이용하여 가용성 고형물의 함량을 °Brix 농도로 나타내었다.

비타민 C 함량의 측정

비타민 C 측정용 시료액 제조를 위하여 피망 5 g에 메타인산과 초산 혼합액 15 mL를 넣고 마쇄한 다음 원심 분리하여 상등액을 분리하였으며, 침전물에 다시 메타인산과 초

산 혼합액 10 mL 부어서 원심 분리하여 얻은 상등액을 앞의 것과 혼합한 후에 50 mL까지 희석하였다. 이 중에서 20 mL을 취하여 2, 6-dichloroindophenol로 적정한 값을 환원형 vitamin C 함량으로 환산하였다(12).

색도 측정

시료는 색차계(CR-200, Minolta Chroma Co., Osaka, Japan)를 사용하여 시료 표면의 L, a, b값을 3회 측정하여 평균값으로 표시하였다.

결과 및 고찰

포장 내부의 기체 조성 변화

저장 기간 중 포장 내부의 산소 농도는 4주까지 대체적으로 감소하였으나 그 이후에는 급격하게 증가하였다(Fig. 1). PD961 시험구를 제외한 다른 처리구에서 저장 4주까지 감소하던 산소의 농도가 급격하게 증가한 것은 피망의 생리적인 변화로 인하여 포장 내부의 산소 소비가 줄었기 때문이라고 판단된다. 즉 포장 내부로 투과되어 들어온 산소를 포장 내에 있던 피망이 소비하지 않았기 때문에 포장 내부의 산소 농도가 대기의 산소 조성과 거의 비슷하게 되었다고 생각된다. LLDPE로 포장한 시험구가 다른 포장재로 포장한 시험구들에 비하여 저장 기간 중 높은 산소 농도와 낮은 이산화탄소의 농도를 나타낸 것은 포장 자체가 완전히 밀봉된 상태가 아니었기 때문이다. 기체에 대한 투과성이 낮은 CPP로 포장한 시험구는 저장 4주에 산소의 농도가 10.4%, 이산화탄소의 농도가 4.5%로 다른 시험구에 비하여 산소의 농도는 낮고, 이산화탄소의 농도는 높았다. 이러한 포장 내부의 기체 조성은 피망의 저장 중 품질 저하에 큰 영향을 줄 것 같지는 않다. 즉 Kader(6)는 산소의 농도가 2~3% 이하로 감소하면 혐기적 호흡에 의한 발효가 일어나서 이취가 발생하며, 이산화탄소의 농도가 20% 이상되면 산소의 농도나 작물에 따라서는 조직 내에 에탄올과 아세트알데히드가 축적된다고 하였다. CA 저장시에 피망에 적합한 조건은 온도 13°C, 산소 농도 4~8%, 이산화탄소 농도 2~8%로 알려져 있으며, 산소 농도가 2% 이하이고 이산화탄소의 농도가 10% 이상인 경우에는 손상을 입는다고 보고되고 있다(9). 그러나 Bussel과 Kenigsberger (4)는 PVC와 PE 필름으로 피망을 포장하여 7~25°C에서 저장한 경우에도 저장 12일까지 산소 농도는 14% 이상, 이산화탄소의 농도는 4% 이하로 나타나 본 실험의 결과와 유사하였다. 즉 필름으로 포장하여 저장하는 경우에는 CA 저장에 적합한 기체 농도를 유지하기는 어려울 것으로 판단된다.

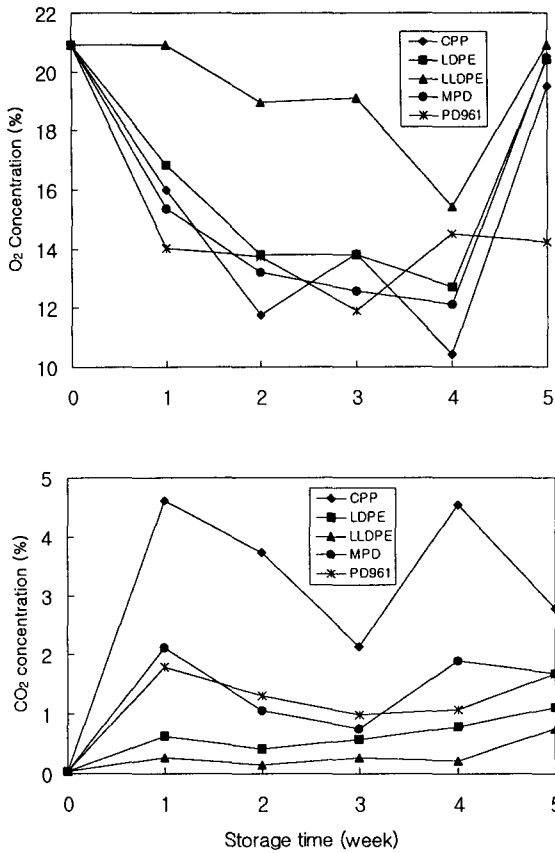


Fig. 1. Changes in gas composition of bell pepper packaged with plastic films during storage at 10°C.

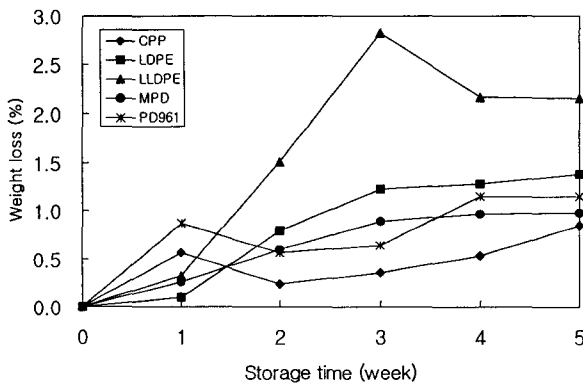


Fig. 2. Changes in weight loss of bell pepper packaged with plastic films during storage at 10°C.

중량감소율

저장 기간 중 피망의 중량 감소율은 Fig. 2와 같이 LLDPE로 포장한 시험구가 가장 현저하였으며 다른 포장재로 포장한 시험구는 저장 5주까지도 1.5% 미만이어서 중량 감소가 품질에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 판단된다.

즉 피망의 품질을 결정하는 가장 중요한 요소는 조직에서 수분이 감소함으로써 발생하는 위조 현상인데, 과육 최외층에 대하여 5%의 수분 감소가 일어났을 때 위조 현상을 처음으로 확인할 수가 있다고 한다(2). LLDPE로 포장한 시험구는 완전히 밀봉된 상태가 아니었기 때문에 저장 기간 중 다른 시험구에 비하여 중량 감소가 높았던 것으로 판단된다. LLDPE를 제외하면 LDPE로 포장한 시험구의 중량 감소가 많았으며, CPP로 포장한 시험구의 중량 감소가 가장 낮았다.

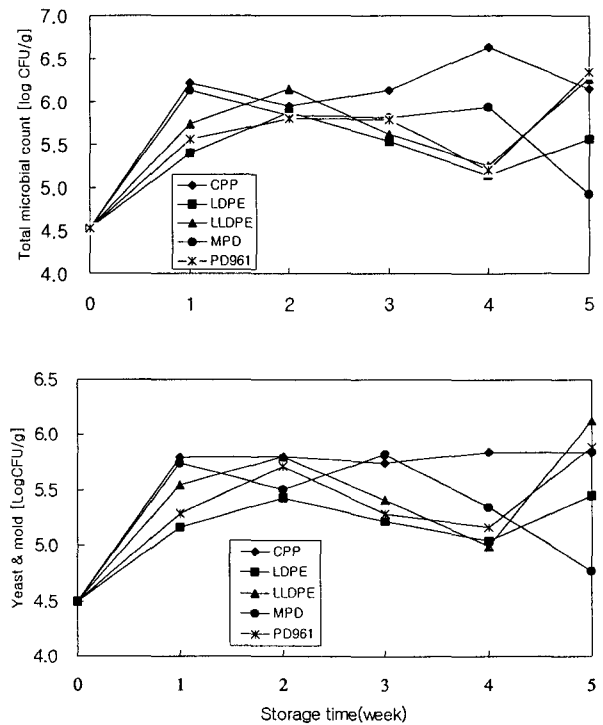


Fig. 3. Changes in microbial load of bell pepper packaged with plastic films during storage at 10°C.

미생물 수의 변화

저장 전 피망의 총균수는 $10^{4.53}$ CFU/g, 효모와 곰팡이의 수는 $10^{4.50}$ CFU/g 였는데, 이는 피망의 표면에 있는 미생물의 대부분이 곰팡이와 효모라는 것을 의미한다(Fig. 3). 총균수는 저장 1~2주 사이에 급격하게 증가하였으며, 그 이후에는 시험구에 따라 다소 차이가 있었다. 특히 CPP와 MPD로 포장한 시험구는 저장 4주까지 총균수가 증가하고 그 이후에는 감소하였으나 다른 시험구는 저장 1~2주까지 증가한 다음 감소하였다. 즉 CPP로 포장한 시험구는 다른 시험구에 비하여 대체적으로 총균수, 효모 및 곰팡이수가 많았는데, 저장 3주 이후에 그 차이가 현저하였다. Brackett(13)에 의하면 피망의 저장 중 총균수가 $10^{5.7}$ CFU/g이어도 부패 현상이 나타나지 않았다고 하였다. 따라서 저장 4주 CPP 포장

의 총균수가 $10^{6.63}$ CFU/g이었으나 육안으로 관찰시에 부패 현상이 관찰되지 않은 점으로 보아 저장 5주까지 미생물에 의한 품질 저하는 그다지 크지 않을 것으로 보인다.

가용성 고형분

피망의 포장 전 가용성 고형분은 4.5° Brix였으나 그 이후 4주까지는 대체적으로 감소하였으며, 4주에는 4.0° Brix 이하로 감소하였다(Fig. 4). 피망의 가용성 고형분이 46 g/kg 이었는데, 10° C에서 4주간 저장 후에는 44 g/kg으로 나타나 그 변화는 그다지 크지 않았다(3).

본 실험에서도 저장 5주까지 그다지 큰 변화는 없었던 것으로 판단되며, 시험구간의 차이도 크지 않았다.

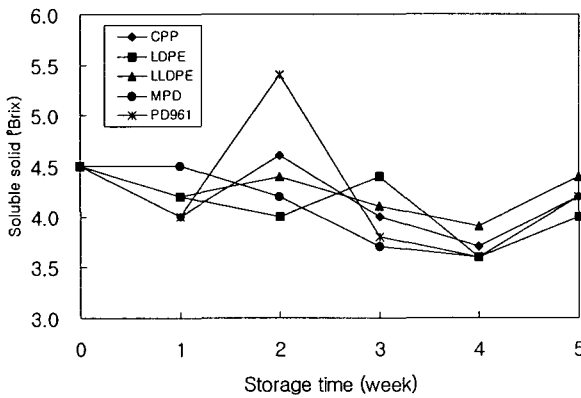


Fig. 4. Changes in soluble solid of bell pepper packaged with plastic films during storage at 10° C.

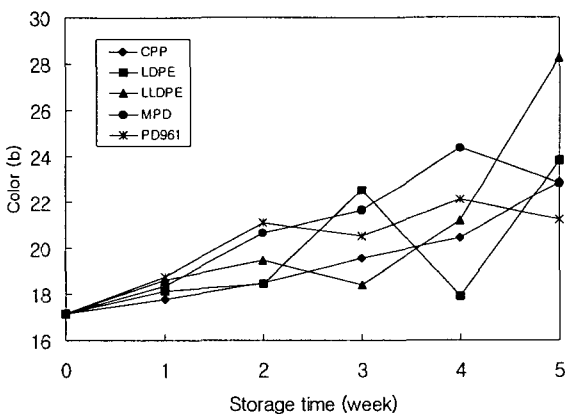


Fig. 5. Changes in color of bell pepper packaged with plastic films during storage at 10° C.

Ascorbic acid 함량과 색도의 변화

저장 전 피망의 ascorbic acid 함량은 0.39mg/g이었으며, 저장 기간 중 포장에 따라서 다소 증가하다가 감소하는 등의

경향을 나타내었으나 시험구에 따른 차이는 뚜렷하지 않았다(데이터는 제시하지 않음). 저장 기간 중 피망의 색도는 황색도를 나타내는 b 값이 대체적으로 증가하였다(Fig. 5). 저장 1주에는 CPP와 PD961 포장 내부에 약간의 응축수가 있었으나 피망의 외관상 변화는 없었다. 육안으로 관찰시에 PD961과 MPD로 포장한 시험구의 피망은 저장 2주에 부분적으로 갈변현상이 나타나기 시작하는데, 이들 시험구의 b 값이 다른 시험구보다 높은 것으로 확인할 수가 있었다. 저장 3주에는 LDPE 포장에서 피망의 일부가 황색으로 변하였으며, 부분적으로는 부패 현상이 나타나기 시작하였다. 저장 4주에는 시험구 대부분에서 부분적으로 갈변 현상이 나타나기 시작하였다.

이상의 결과로 보면 피망의 저장에 적합하다고 알려진 기체 조성인 산소 농도 4~8%, 이산화탄소 농도 2~8%에 도달한 포장재는 없지만 이에 가장 가까운 기체 조성을 나타낸 CPP 포장재가 낮은 갈변 등으로 보아 피망의 저장에 가장 적합한 포장재였다.

요 약

피망에 대한 MA 저장에 적합한 포장재를 선별하기 위하여 기체에 대한 투과도가 다른 cast polypropylene (CPP), low density polyethylene (LDPE), polyolefin (MPD), polyolefin (PD961) 및 Linear low density polyethylene (LLDPE) 포장재로 피망을 포장하고 10° C에서 저장하면서 품질 변화를 고찰하였다. 저장 기간 중 포장 내부의 산소 농도는 4주까지 대체적으로 감소하였으나 그 이후에는 급격하게 증가하였다. 기체에 대한 투과성이 낮은 CPP로 포장한 시험구는 저장 4주에 산소의 농도가 10.4%, 이산화탄소의 농도가 4.5%로 다른 시험구에 비하여 산소의 농도는 낮고, 이산화탄소의 농도는 높았다. 저장 기간 중 피망의 중량 감소율은 LLDPE로 포장한 시험구가 가장 현저하였으며 다른 포장재로 포장한 시험구는 저장 5주까지도 1.5% 미만이었다. 다른 시험구에 비하여 CPP로 포장한 시험구의 총균수, 효모 및 곰팡이수가 많았는데, 저장 3주 이후에 그 차이가 현저하였다. 피망의 저장 중 황색도를 나타내는 b값은 대체적으로 증가하였으며, 저장 4주까지 PD961과 MPD로 포장한 시험구가 다른 시험구에 비하여 높은 값을 나타내었다.

감사의 글

본 연구는 농림부에서 시행한 농림기술개발사업의 연구결과 중의 일부이며, 연구비 지원에 감사 드립니다.

참고문헌

1. Lee, G.H. and Jeong, C.S. (2002) Effects of MA storage with NaCl for red chili pepper and red bell pepper fruits. *Korean J. Postharvest Sci. Technol.*, 9, 8-13
2. Gonzalez, G and Tiznado, M. (1993) Postharvest physiology of bell peppers stored in low density polyethylene bags. 26, 450-455
3. Luo, Y. and Mikitzel, L.J. (1996) Extension of postharvest life of bell peppers with low oxygen. *J. Sci. Food Agric.*, 70, 115-119
4. Bussel, J. and Kenigsberger, Z. (1975) Packaging green bell peppers in selected permeability films. *J. Food Sci.*, 40, 1300-1303
5. Lee, G.H. and Jeong, C.S. (2002) Effects of MA storage with fine holes for red chili pepper and red bell pepper fruits. *Korean J. Postharvest Sci. Technol.*, 8, 125-130
6. Kader, A.A., Zagory, D. and Kerbel, E.L. (1989) Modified atmosphere packaging of fruits and vegetables. *CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 28, 1-30
7. Zagory, D. and Kader, A.A. (1988) Modified atmosphere packaging of fresh produce. *Food Technol.* 42, 70-74
8. Ben-Yehoshua, S., Shapiro, B., Chen, Z.E. and Luise, S. (1983) Mode of action of plastic film in extending life of lemon and bell pepper fruits by alleviation of water stress. *Plant Physiol.*, 73, 87-93
9. Park, K.W., Kang, H.M., Kim, D.M. and Park, H.W. (1999) Effects of the packaging films and storage temperatures on modified atmosphere storage of ripe tomato. *J. Kor. Hort. Sci.*, 40, 643-646
10. Park, W.P., Yoo, J.I. and Cho, S.H. (1998) Plastic films effect the storage quality of green chili pepper. *Korean J. Postharvest Sci. Technol.*, 5, 207-210
11. Kim, Y.M., Lee, S.B., Cho, S.H. and Lee, D.S. (2000) Fabrication of polyethylene films coated with antimicrobials in a binder and their application to modified atmosphere packaging of strawberries. *Korean J. Postharvest Sci. Technol.*, 7, 12-18
12. A.O.A.C. (1984) *Official Methods of Analysis*, 14th ed., Association of Official Analytical Chemists, Inc., U. S. A. p. 844-845
13. Brackett, R.E. (1990) Influence of modified atmosphere packaging on the microflora and quality of fresh bell peppers. *J. Food Protection.* 53, 255-257

(접수 2003년 3월 8일, 채택 2003년 4월 18일)